

УДК 591.84:598.6

П. М. Мажуга, Е. И. Домашевская, Т. П. Ницевич

ОСОБЕННОСТИ БИОСИНТЕЗА КОЛЛАГЕНОВЫХ БЕЛКОВ В СТРУКТУРАХ НАДКОСТНИЦЫ И ЭНДОСТА У ЗАРОДЫШЕЙ КУРИНЫХ

Развитие клеток надкостницы и эндоста сопровождается изменением ряда метаболических показателей, отражающих последовательную смену синтеза специфических веществ в клетках и степень их участия в продуцировании компонентов основного вещества. Эти явления внутри клеток регистрируются по возрастающим показателям синтеза белков, которые могут быть использованы для оценки функционального состояния клеток в остеогенезе.

Сведений о биосинтезе коллагеновых белков в остеобластах периоста и эндоста у птиц очень мало. Отдельные сообщения касаются биосинтеза коллагена остеобластами птиц в культуре ткани (Jackson, Smith, 1957; Smith, Jackson, 1957; Scott-Savage, 1979), а также в условиях воздействия на организм некоторых веществ (кальций, циклогексимид, дексиметазон), стимулирующих или ингибирующих костеобразование (Weinstock, Leblond, 1974; Zamboni et al., 1982; 1983; Reddi, Harri, 1982). Однако даже эти немногие сообщения посвящены выяснению механизма биосинтеза коллагена, а не оценке функционального состояния остеогенных клеток. В нашем исследовании сделана попытка оценки функционального состояния остеобластов в периосте и эндосте по включению ими ^3H -глицина.

Материал и методика. Метод автордиографии с применением ^3H -глицина изучали распределение биосинтеза коллагена в клетках перихондра, периоста и эндоста в различных участках растущей длинной трубчатой кости у 17-суточных зародышей куриных. Всего использовано в опыте 20 зародышей кур породы белый леггорн.

^3H -глицин вводили однократно в дозе 37 кБк/г массы тела.

Материал (бедренные кости) отбирали через 1; 24; 48 и 72 ч после введения изотопа. Учет включений изотопа проводили, подсчитывая зерна восстановленного серебра над клетками и межклеточным веществом, ориентируясь в каждом случае на эквивалентную площадь структуры — 1600 мкм². Подсчеты проводили по всему поперечнику диафиза кости, включая периостальные, мезостальные и эндостальные трабекулы. Полученные данные обрабатывались вариационно-статистическим методом.

При сходных с другими наземными позвоночными источниками и механизмами развития, периост и эндост у птиц имеет существенные отличия, связанные с особенностями структурного формирования трубчатых костей. Диафизарная трубка в длинных костях птиц построена по трабекулярно-лакунарному принципу (рис. 1, 2). В такой облегченной конструкции клетки внутреннего слоя периоста заходят глубоко в межтрабекулярные пространства; в то же время эндост распространен по внутренней зоне трабекулярно-лакунарной конструкции со стороны костномозговой полости. То есть, остеогенные клетки периоста и эндоста рассредоточены по всему лакунарно-трабекулярному лабиринту диафизарной трубки, представляя фактически единую остеогенную систему.

В бедренной кости 17-суточного зародыша морфологически можно выделить диафиз, два метафиза, переходную зону и два эпифиза. Диафизарная и метафизарная области покрыты снаружи периостом, а в переходной зоне и на боковых поверхностях эпифизов содержится перихондр. Перихондр без видимой границы переходит в периост, в котором

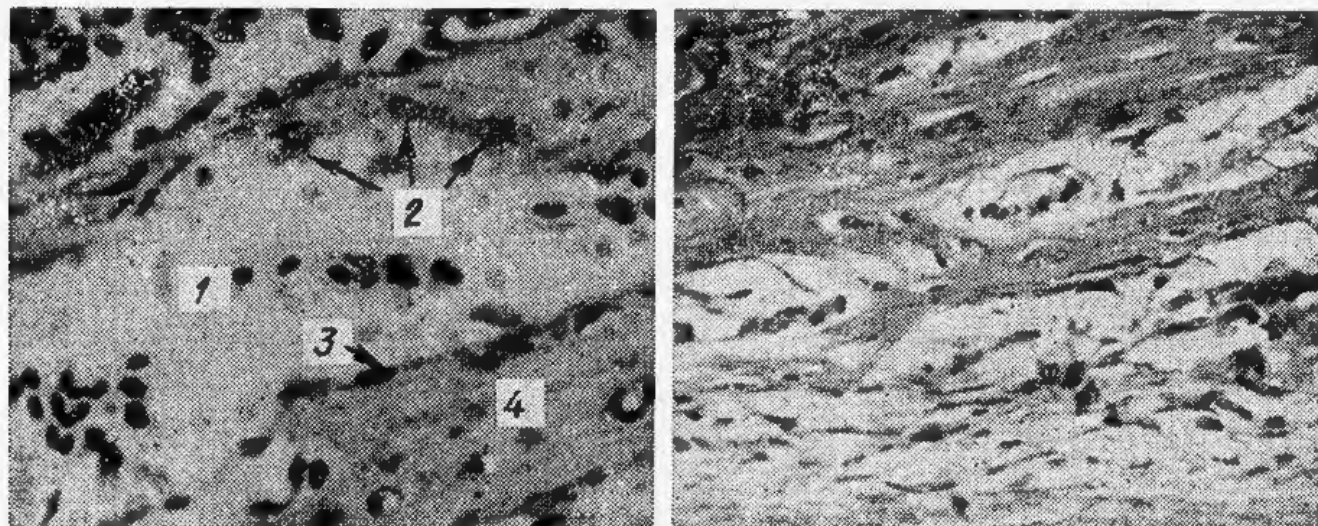


Рис. 1. Фрагмент диафизарной трубки бедренной кости 17-суточного зародыша: 1 — костно-мозговая полость; 2 — многочисленные остеокласты на внутренней (эндостальной) поверхности кости; 3 — остеобласты; 4 — костные трабекулы разных порядков (гем.—эозин; об. 25, ок. 15).

Рис. 2. Фрагмент диафизарной костной трубки бедренной кости 17-суточного зародыша, состоящей из взаимосоединяющихся костных трабекул (со стороны периоста) (гем.—эозин; об. 40, ок. 7).

выделяются: внутренний и наружный слои. В наружном слое клетки расположены в 8—10 рядов. Наружный слой содержит фибробласты и фибробластоподобные клетки, здесь же встречаются кровеносные сосуды. Иногда можно видеть единичные тучные клетки. Во внутреннем слое содержится 4—5 рядов остеогенных клеток. Клетки на разных стадиях дифференцировки: остеобласты и преостеобласты.

Если в метафизе внутренний и наружный слои периоста имеют примерно одинаковую толщину, то в диафизе внутренний слой периоста несколько тоньше наружного (рис. 3). Соответственно внутренний слой включает 3—4 ряда клеток, а наружный — 7—8. На равной площади (1600 мкм^2) в периосте диафиза насчитывается в 2 раза больше остеобластов, чем в периосте метафиза. Нередко в периосте диафизарной области на поверхности кости можно видеть 2-ядерные остеокласты (рис. 4). Средняя площадь такой клетки составляет $37\text{—}40 \text{ мкм}^2$.

Эндост в трубчатой кости куриных зародышей распространен по всей внутренней зоне трабекулярно-лакунарной конструкции. Он образован лишь одним слоем клеток, которые в межтрабекулярной зоне представлены преимущественно остеобластами и редко встречающимися остеокластами, а на внутренней поверхности диафизарной трубки,

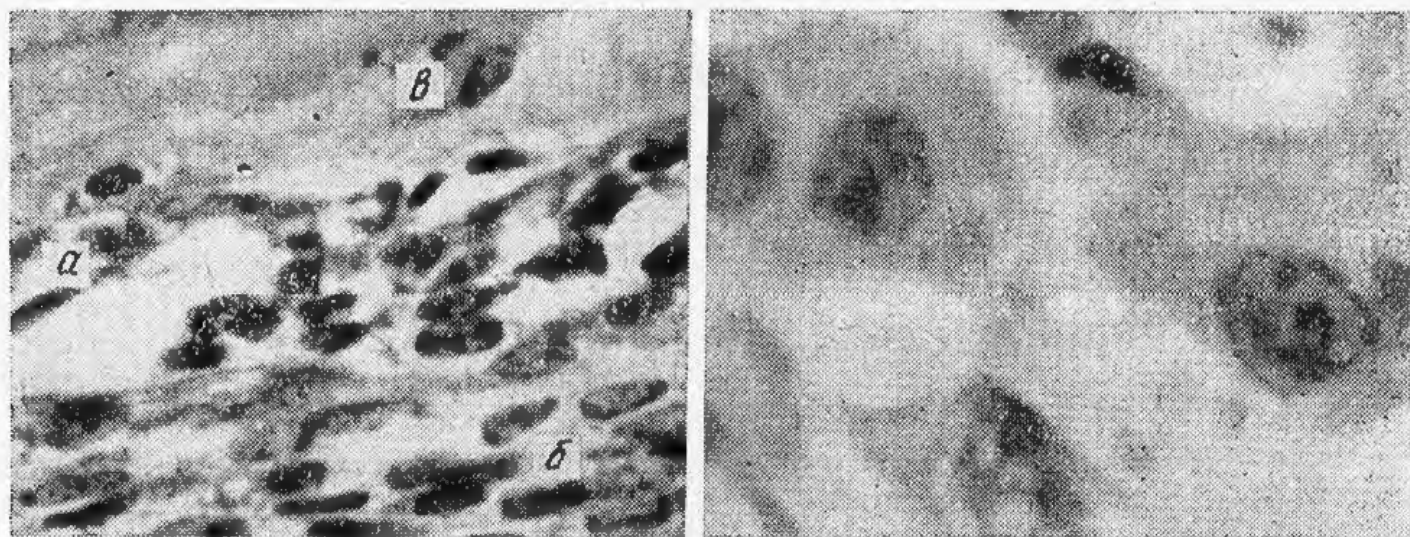


Рис. 3. Надкостница 17-суточного зародыша в зоне диафиза бедренной кости: а — внутренний слой; б — наружный слой; в — остеокласт (гем.—эозин; об. 40, ок. 7).

Рис. 4. 2-ядерные остеокласты надкостницы бедренной кости 17-суточного зародыша (гем.—эозин; об. 40, ок. 7).

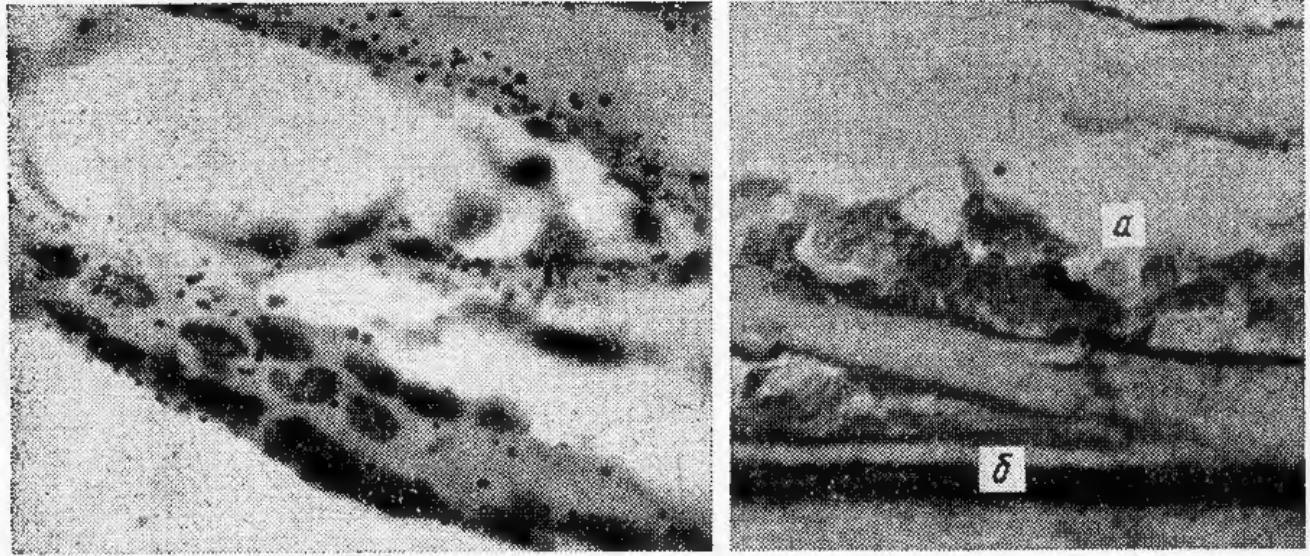


Рис. 5. Многоядерный меченый остеокласт в зоне резорбции (эндостальная зона) диафизарной кости 17-суточного зародыша (гистоавтограф, ^3H -глицин, экс. 72 ч, гем.—эозин; об. 40, ок. 16).

Рис. 6. Участок диафизарной трубки бедренной кости 17-суточного зародыша: а — слабая реакция щелочной фосфомоноэстеразы в зоне эндостального остеогенеза; б — интенсивная в периoste (реакция по Гомори; об. 40, ок. 7).

в нем численно преобладают одноядерные и многоядерные остеокласты (рис. 1). Фибриллярного каркаса в эндосте нет, однако на поперечных срезах трубчатой кости, обработанных азотнокислым серебром по Бильшовскому в модификации Тинеля (Роскин, 1957), у эндостальной поверхности и выявляются аргенофильные волокна костномозговой стромы, направленные под различными углами к поверхности кости. В метафизарной области костные балки расположены в 2—3 ряда, обозначаемые нами как трабекулы 1, 2, 3-го порядка. Количество остеобластов в метафизе распределяется следующим образом: на самых внутренних балках их среднее количество на условной площади гистологического среза составляет 12; в более наружно расположенных балках их число возрастает до 18. В центре диафиза трабекулярная структура кости развита сильнее, чем в метафизе и представлена 5—7 рядами трабекул. У трабекул 1-го порядка (со стороны костномозговой полости) на эквивалентной площади среза содержится 8—10 остеобластов; на поверхности в промежуточных (мезостальных) трабекул, т. е. трабекулах 2, 3, 4-го и т. д. порядков, их число достигает 12—14, причем преобладают здесь уплощенной формы остеобласты. На поверхности самых наружных периостальных трабекул количество остеобластов на равной площади достигает 20. Следовательно, ближе к периосту последовательно возрастает концентрация остеобластов на костных трабекулах. В эндосте клас- тические клетки встречаются гораздо чаще, чем в периoste, кроме того отличаются они здесь более крупными размерами и содержат большее количество ядер. У эпифизарного хряща — это, главным образом, 1—3—5-ядерные хондрокласты, лишь вблизи трабекулярной кости они более крупного размера. Среди них — одноядерные и многоядерные формы, содержащие свыше 20 ядер (рис. 5). В этой же зоне выявляется очень слабая либо нулевая реакция на щелочную фосфомоноэстеразу, которая нарастает у трабекул вблизи периоста, где концентрация и плотность расположения остеобластов значительно увеличивается (рис. 6).

Уже сам факт наблюдаемых существенных различий в клеточном составе периоста и эндоста должен предполагать неравнозначное участие их в росте и морфогенезе кости в раннем онтогенезе. В связи с этим представляет интерес изучение особенностей распределения в растущей кости процессов биосинтеза коллагеновых белков, по которым можно в известной мере судить об интенсивности и соотносительном уровне периостального и эндостального остеогенеза.

Таблица 1. Включение ^3H -глицина в клетки перихондра и надкостницы после однократной инъекции 17-суточным эмбрионом

| ХБ | Перихондр | Периост | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----|-----------|----------|-----------|----------|----------|--|
| | | метафиз | | | | | диафиз | | | | |
| | | ПХБ | ФБП | ОБ | ПОВ | ФБП | ОБ | ПОВ | ФБП | | |
| 10,4±0,9 | 10,8±0,1 | 10,4±0,1 | 14,6±0,1 | Через 1 ч после введения | | 10,2±0,2 | 9,8±0,01 | 18,5±0,1 | 11,8±0,9 | 14,4±0,7 | |
| 10,7±0,2 | 10,3±0,3 | 11,8±0,01 | 19,0±0,01 | Через 24 ч после введения | | 10,7±0,5 | 10,8±0,2 | 7,1±0,1 | 6,4±0,02 | 6,8±0,01 | |
| 11,4±0,04 | 5,4±0,2 | 7,0±0,1 | 5,3±0,1 | Через 48 ч после введения | | 8,4±0,01 | 8,3±0,01 | 5,4±0,2 | 5,0±0,1 | 5,9±0,1 | |
| 14,0±0,03 | 6,9±0,1 | 5,6±0,01 | 10,2±0,5 | Через 72 ч после введения | | 11,0±0,01 | 5,8±0,02 | 11,0±0,02 | 9,1±0,18 | 7,8±0,01 | |

Проведенные опыты с импульсным введением ^3H -глицина 17-суточным зародышам показывает, что биосинтез коллагеновых белков в надкостнице трубчатой кости распределяется неравномерно среди клеток различных ее слоев и в разных участках кости. Так, через 1 ч после введения ^3H -глицина отмечается разная плотность метки над клетками надкостницы (рис. 7); в то же время с разной интенсивностью откладывается меченый продукт на поверхности растущей кости. Неодинаковая активность остеогенных клеток по показателю включения ими ^3H -глицина определяется и в различных зонах кости. Более интенсивно метились клетки внутреннего слоя надкостницы (рис. 8), особенно в диафизарной зоне, здесь максимальную метку содержали остеобласты (табл. 1).

На последующих экспозициях отмечается уменьшение концентрации метки ^3H -глицина от самых наружных трабекул, смежных с периостом, до самых внутренних, на границе с костномозговой полостью. Наиболее интенсивно ассимилируют ^3H -глицин остеобласты, участвующие непосредственно в остеогенезе, что хорошо заметно по возрастающей кривой роста остецитов в тех участках кости, где более интенсивно идет процесс образования костных трабекул — в зоне диафиза кости (рис. 9).

В эндосте растущей кости куриных зародышей распределение включений ^3H -глицина выглядит следующим образом. Через 1 ч после введения изотопа метка регистрировалась как в остеобластах, так и во вновь образованном за это время остеоиде (табл. 2). При этой экспозиции преобладают внутриклеточные включения изотопа. В остеобластах на самых внутренних костных трабекулах (трабекулы 1-го порядка) метка самая слабая. По мере отдаления от костномозговой полости к мезосту включения ^3H -глицина прогрессирующе возрастали в клетках и межклеточном веществе трабекул 2-го порядка в 2—2,5 раза; в трабекулах 3-го порядка — в 5,5 раз; в трабекулах 4-го порядка — в 6,5 раз. Выделившийся из клеток

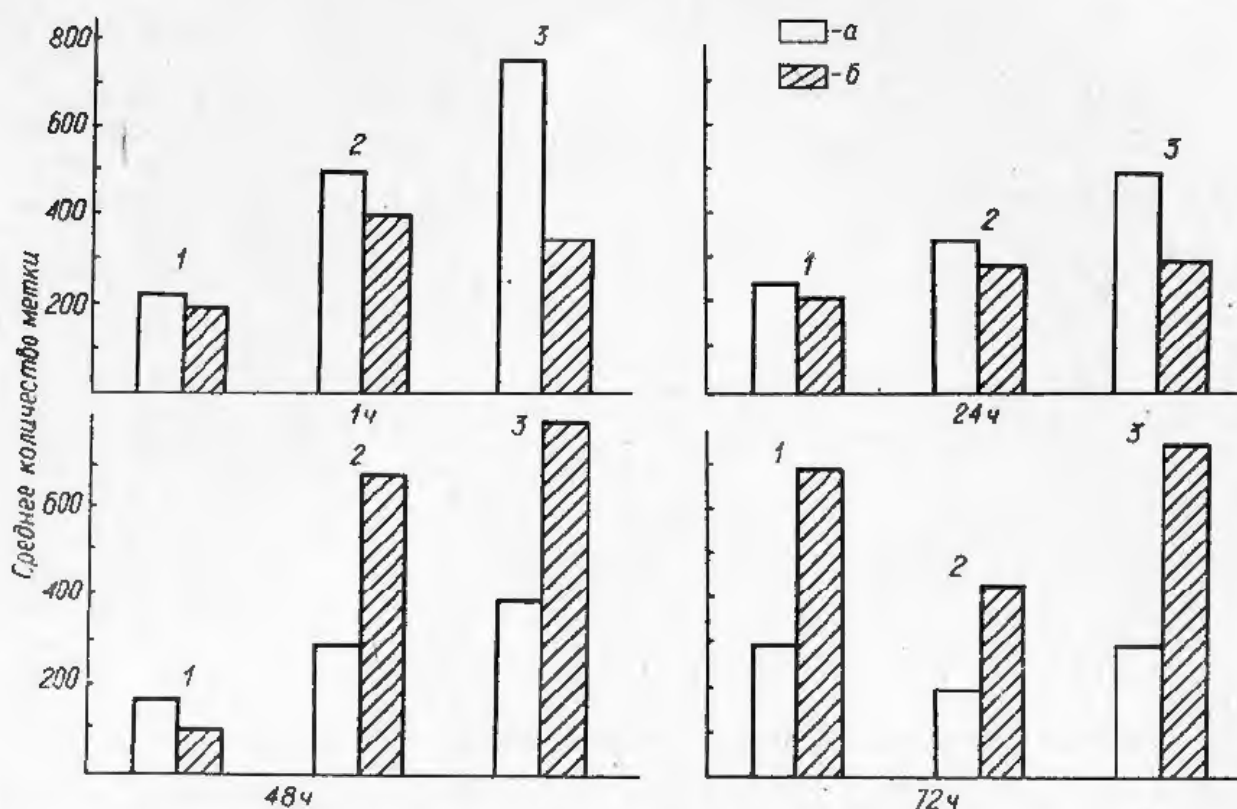


Рис. 7. Динамика включения ^3H -глицина в слои надкостницы бедренной кости 17-суточного зародыша: а — внутренний слой; б — наружный; 1 — переходная зона; 2 — метафиз; 3 — диафиз.

меченый продукт расположен на поверхности костных трабекул в виде узкой «радиоактивной» полосы. Самая высокая интенсивность включений ^3H -глицина в этот временной интервал отмечена в остеогенных клетках периоста и у края трабекул, граничащих с внутренним слоем периоста (рис. 10). Остеокласты в первый час опыта не метились ^3H -глицином.

Через 24 ч после введения ^3H -глицина в перихондре переходной зоны можно уже регистрировать не только преостеобласты, но и единичные остеобласты. Незначительные изменения наблюдаются и в метафи-

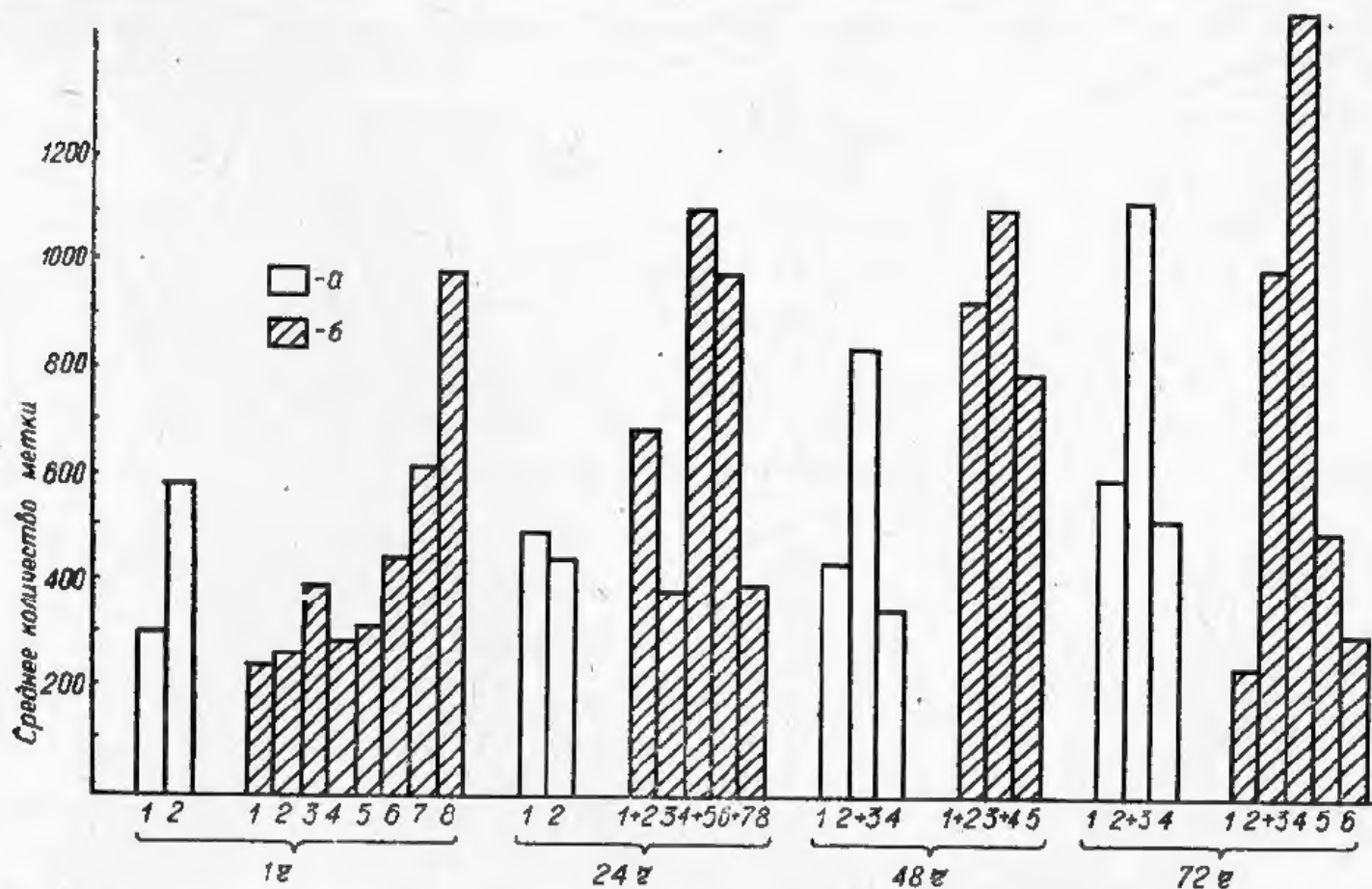


Рис. 8. Количество (X) зерен восстановленного серебра (метки ^3H -глицина) над костными трабекулами различных зон бедренной кости 17-суточных эмбрионов: а — метафиз; б — диафиз.

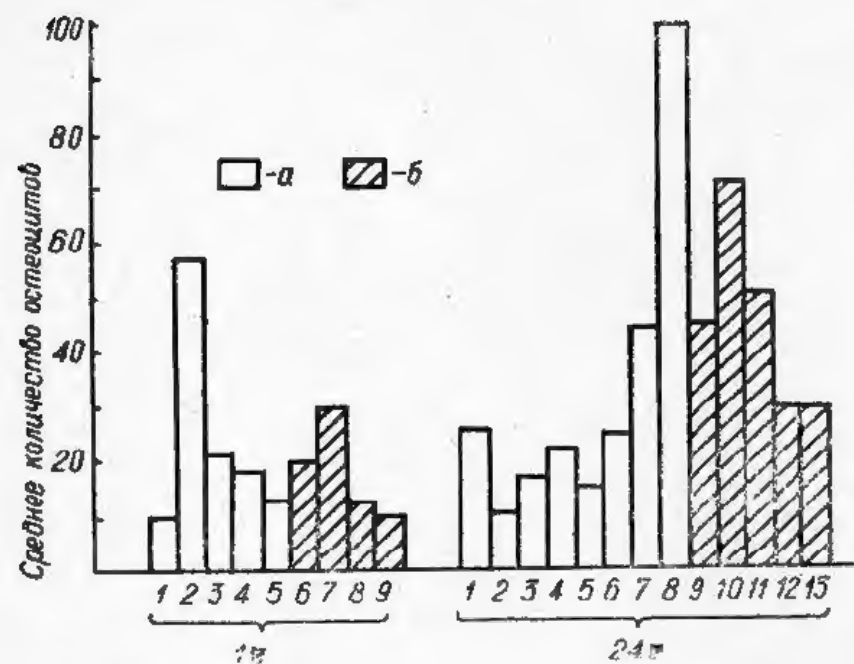


Рис. 9. Количество остеоцитов (X) на условной площади (1600 мк²) костных трабекул центра диафиза бедренной кости 17-суточных зародышей: а — костные трабекулы со стороны надкостницы; б — костные трабекулы со стороны эндоста.

зах. Так, во внутреннем слое периоста зоны метафизов количество рядов остеогенных клеток увеличилось на 1—2. Интенсивность включений ³H-глицина над клетками в этой зоне уменьшается, одновременно возрастает

количество костных балок и интенсивность их мечения по сравнению с часовой экспозицией. Таким образом, к 24 ч опыта в зонах метафизов и диафиза появляется новообразованная кость, о чем свидетельствует увеличившаяся за этот промежуток времени концентрация метки в основном веществе и расширение полосы мечения (рис. 11).

Примечателен факт, что первые включения ³H-глицина в клетки перихондра и в клетки наружных рядов надкостницы появляются обычно одновременно с включениями в остеобластах. Однако интенсивность метки в них разная. Меченый продукт задерживается в наружных клетках в течение суток и лишь в более поздние сроки опыта он появляется в межклеточном веществе перихондра. Картина последовательной динамики радиоактивной метки в перихондре и фиброзном слое периоста свидетельствуют о том, что потребление здесь клетками ³H-глицина связано с биосинтезом коллагена, идущего на построение межклеточного вещества.

Таблица 2. Динамика включения ³H-глицина в структуру эндоста и эндостальный матрикс бедренной кости 17-суточных зародышей (интенсивность метки на условной площади 1600 мкм²)

| Трабекулы | Метафиз | | Диафиз | |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Структура эндоста | Эндостал. кость | Структура эндоста | Эндостал. кость |
| Через 1 ч после введения | | | | |
| T1 | 57,60±2,92 | 45,60±2,18 | 24,40±2,35 | 22,20±2,58 |
| T2 | 148,20±7,47 | 135,45±8,70 | 64,55±2,83 | 58,15±3,30 |
| T3 | 235,90±11,45 | 149,55±3,98 | 139,20±2,99 | 81,20±3,26 |
| T4 | | | 187,10±4,80 | 156,80±16,58 |
| Через 24 ч после введения | | | | |
| T1 | 54,56±7,80 | 55,75±6,80 | 27,75±2,20 | 25,80±3,10 |
| T2 | 57,69±4,20 | 149,65±3,11 | 51,69±2,82 | 114,70±4,20 |
| T3 | 161,60±6,30 | 187,10±7,32 | 105,60±7,10 | 158,50±5,52 |
| T4 | | | 183,25±16,58 | 191,00±9,70 |
| Через 48 ч после введения | | | | |
| T1 | 41,90±2,38 | 58,95±1,74 | 44,38±3,41 | 81,00±4,62 |
| T2 | 54,55±3,20 | 179,44±14,50 | 41,60±3,83 | 133,50±8,37 |
| T3 | 137,30±15,20 | 210,80±10,30 | 151,69±3,82 | 263,68±12,19 |
| Через 72 ч после введения | | | | |
| T1 | 30,44±2,30 | 47,60±3,10 | 36,60±2,50 | 115,10±10,30 |
| T2 | 40,10±4,80 | 110,20±9,20 | 108,30±8,45 | 217,47±15,60 |
| T3 | 121,15±11,10 | 310,20±18,50 | 151,69±3,82 | 350,00±12,70 |

Примечание: T1, T2, T3, T4 — трабекулы 1, 2, 3, 4-го порядка, начиная от внутренней поверхности диафизарной трубки.

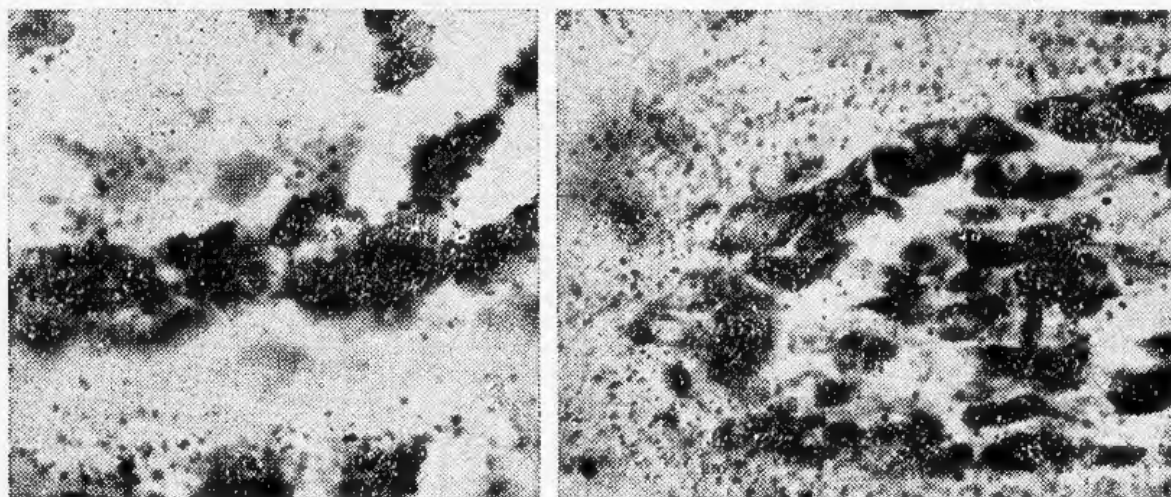


Рис. 10. Интенсивные включения меченого глицина в остеобластах эндоста вблизи периостальных трабекул (гистоавтограф, ^3H -глицин, экс. 1 ч, гем.—эозин; об. 40, ок. 16).

Рис. 11. Мезостальная зона вблизи периостальных трабекул; через 24 ч метка ^3H -глицина значительно распространяется за пределы клеток (гистоавтограф, гем.—эозин; об. 40, ок. 16).

В распределении периоста по периметру трубчатой кости всегда прослеживается определенная закономерность. В интенсивно растущих зонах остеогенный его слой содержит преимущественно функционально активные остеобласты при повышенной их численности на эквивалентной площади. Таким образом, морфологические отличия клеток различных зон коррелируют с проявлением их функциональной активности. Начиная с первых суток и позже участки межклеточного вещества, содержащие интенсивную метку ^3H -глицина, отличаются эозинофильной окраской и представляют собой отложения новообразованного костного матрикса.

Если в течение первых двух суток отмечается высокая метка ^3H -глицина над клетками внутреннего слоя периоста, то начиная с 48 часов и до конца опыта метка над внутренним слоем надкостницы заметно снижается, сохраняясь почти на прежнем уровне в наружном слое (рис. 10). На препаратах всех экспозиций наблюдается возрастание включений во вновь сформированных костных балках, прилежащих к надкостнице. Это свидетельствует, очевидно, о том, что по мере секреции коллагеновые балки внутреннего слоя лишь частично остаются в основном веществе надкостницы, тогда как другая часть используется на построение костной ткани. Постоянство уровня мечения в наружном слое указывает на использование синтезируемых клетками продуктов для интенсивного фибриллообразования. Объяснение этого факта кроется, по-видимому, в предположительном высказывании (Bateman, 1988), о том что синтез коллагеновых белков может контролироваться формирующимся при этом внеклеточным матриксом по принципу обратной связи. Это подтверждается и ультраструктурными исследованиями (Clarke, 1989) костной ткани.

Через 24 ч после введения радионуклида метка над остеобластами эндоста снижается почти в 2—2,5 раза и соответственно нарастает на поверхности костного матрикса (рис. 11). Лишь в эндостальной зоне

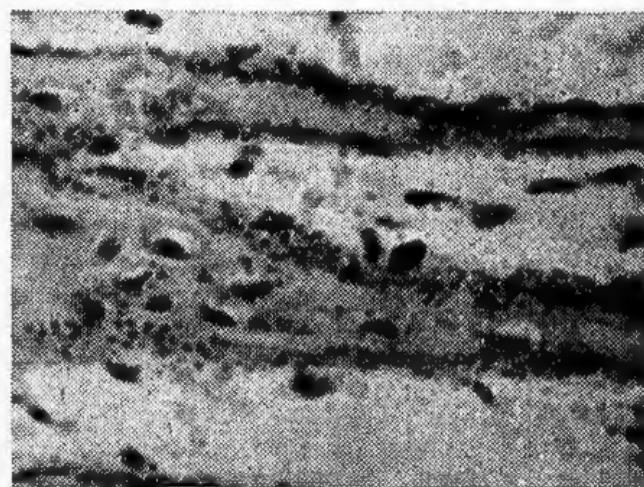


Рис. 12. Распределение включений ^3H -глицина в трабекулах диафизарной трубки бедренной кости 17-суточного зародыша: максимум включений в периостальных трабекулах смещается в мезостальные трабекулы 4-го порядка (гистоавтограф, ^3H -глицин, экс. 48 ч, гем.—эозин; об. 25, ок. 15).

Таблица 3. Интенсивность мечения остеобластов эндоста бедренной кости 17-суточных зародышей в опыте с ^3H -глицином в различные сроки после его введения

| Трабекулы | Интенсивность мечения остеобластов в зернах серебра | | | |
|-----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 ч | 24 ч | 48 ч | 72 ч |
| Метафиз | | | | |
| T1 | $7,60 \pm 0,41$ | $6,15 \pm 0,38$ | $6,00 \pm 0,54$ | $4,70 \pm 0,52$ |
| T2 | $7,70 \pm 0,40$ | $5,70 \pm 0,58$ | $5,20 \pm 0,53$ | $4,30 \pm 0,28$ |
| T3 | $16,30 \pm 1,26$ | $7,45 \pm 0,57$ | $6,80 \pm 0,86$ | $4,50 \pm 0,51$ |
| Диафиз | | | | |
| T1 | $6,70 \pm 0,62$ | $4,10 \pm 0,63$ | $4,35 \pm 0,32$ | $4,33 \pm 0,35$ |
| T2 | $11,35 \pm 0,77$ | $6,20 \pm 0,55$ | $5,50 \pm 0,24$ | $5,53 \pm 0,43$ |
| T3 | $15,45 \pm 1,16$ | $7,85 \pm 0,67$ | $5,70 \pm 0,56$ | $7,40 \pm 0,74$ |
| T4 | $18,85 \pm 1,33$ | $9,20 \pm 0,83$ | $8,35 \pm 1,13$ | |

Примечание: T1, T2, T3, T4 — трабекулы 1, 2, 3, 4-го порядка со стороны костно-мозговой полости в направлении периоста.

средины диафиза изменений не заметно. Распределение меченого продукта в основном веществе кости через сутки и в более поздние сроки опыта (48, 72 ч), свидетельствует об ограниченном остеогенезе во внутренних трабекулах и его последовательном возрастании в трабекулах смежных с периостом (рис. 12). По этой причине через 72 ч метки ^3H -глицина в костных балках метафиза оказываются на глубине 7,5—12,5 мкм; в зоне диафиза (в трабекулах 1-го порядка) метка сохраняется у их поверхности; в трабекулах 2-го порядка включения изотопа регистрируются на глубине 5—7,5 мкм, а в трабекулах 4-го порядка (периостальные трабекулы) — 50—75 мкм. Все это свидетельствует о распределении роста кости по различным ее зонам и структурам. Глубина фронта радиоактивного мечения в матриксе кости после однократного введения ^3H -глицина определенно указывает на различия в интенсивности остеопластического процесса, а значит, и аппозиционного роста в разных по структуре зонах кости.

Через 72 ч после введения ^3H -глицина незначительно метились остеокласты (рис. 5). На этот счет в литературе существуют противоречивые мнения (Young, 1962, а, в; 1963; Owen, 1965). Анализ динамики интенсивности мечения отдельных остеобластов в эндосте бедренной кости куриных зародышей в различные сроки после введения меченого глицина позволил выявить самый высокий уровень синтеза и секреции белков коллагенового типа в остеобластах, расположенных на трабекулах вблизи периоста (табл. 3).

В тех зонах эндоста, где сосредоточены в большом количестве остеокласты, остеогенные клетки переходят в состояние функционального покоя и фактически прекращают свое участие в остеогенезе. Доминирующую роль здесь приобретает процесс резорбции. Следовательно в растущей трубчатой кости у птиц по мере прогрессирования периостального аппозиционного роста остеобласты глублежащих костных трабекул последовательно снижают свою биосинтетическую активность и в эндостальной зоне обычно переходят в состояние функционального покоя. Возможно, в этом кроется одно из условий прогрессивного развития здесь остеокластов.

Домашевская Е. С. Кинетика секреции белков коллагенового типа клетками окостья // Доп. АН УРСР.— 1871.— Сер. Б.— № 2.— С. 166—168.

Жинкин Л. Н. Радиоактивные изотопы в гистологии.— Л., 1959.— С. 5.

Роскин Г. И., Левинсон Л. Б. Микроскопическая техника.— М.: Сов. наука, 1957.— 466 с.

Clarke H. Mechanism of mineral formation in bone // Invest.— 1989.— P. 320—330.

Jackson S. F., Smith R. H. Studies on the biosynthesis of collagen I. The growth of

- fowl osteoblasts and the formation of collagen in tissue culture // J. Biophys.— 3.— 1957.— P. 897—912.
- Owen M. Cell differentiation in bone calcified tissues // Collection des Colloques de l'Universite de Liege.— 1965.— P. 11—22.
- Reddi A. H. Role of extracellular matrix components in bone development and repair // Connect. Tissue.— 1989.— 21, N 1.— P. 13—14.
- Scott-Savage P., Hall B. K. The timing of the onset of osteogenesis in the tibia of the embryonic chick // J. Morphol.— 1979.— P. 453—464.
- Smith R. H., Jackson S. F. Studies on the biosynthesis of collagen. The conversion of ^{14}C -proline to ^{14}C -hydroxyproline by fowl osteoblasts in tissue culture // J. Biophys. Biochem. Cytol.— 1957.— 3.— P. 913—922.
- Weinstock M., Leblond C. P. Synthesis, migration and release of precursor collagen by odontoblasts as visualized by radioautography after (^3H) proline administration // J. Cell Biol.— 1974.— 60, N 1.— P. 92—127.
- Young R. W. Autoradiographic studies on bone and cartilage matrix formation in young rats injected with glycine- H^3 // Anat. Rec.— 1962a.— 142, N 2.— P. 335.
- Young R. W. Autoradiographic studies on postnatal growth of the skull in young rats injected with tritiated glycine // Ibid.— 1962b.— 143, N 1.— P. 1—7.
- Young R. W. Nucleic acids, protein synthesis and bone // Clinical orthopaedics and related research. N 26. Philadelphia; Montreal: J. B. Lippincott.— 1963.— P. 147—159.
- Zambonin Z. A., Teti A., Nico B., Primavera M. V. Osteoplastic activity of mature osteocytes evaluated by ^3H -proline incorporation // Basic and Appl. Histochem.— 1982.— 26, N 1.— P. 165—167.
- Zambonin Z. A., Teti A., Primavera M. V., Pace G. Mature osteocytes behaviour in a repletion period: the occurrence of osteoplastic activity // Ibid.— 1983.— 27, N 3.— P. 191—204.

Институт зоології АН України
(252601 Київ)

Получено 20.11.90

Особливості біосинтезу колагенових білків в структурі окістя і ендосту у зародків куроподібних. Мажуга П. М., Домашевська О. І., Ніцевич Т. П.— Вестн. зоол., 1992, № 5.— Спроба оцінки функціонального стану остеобластів періосту і ендосту за включенням ними ^3H -гліцину.

РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ СТАТЬИ

Анестетики в рыбоводстве / Давыдов О. Н., Исаева Н. М.— 23 с.— Библиогр. 60 назв.— Рус.— Деп. в ВИНТИ 12.12.91 № 4592 — В 91.

Проанализированы сведения, накопленные в 1980—1990 гг. по анестезированию рыб с помощью химиопрепаратов (MS—222, хинальдин, метил пентанол, двуокись углерода, хлорбутанол, метаканн, уретан, трихлорбутилалкоголь, амитал натрия, феноксиэтанол, пропоксат, ксилокаин и др.), а также по электро- и холодовой анестезии. Указано, что идеальный анестетик должен вызывать наступление анестезии за 3 мин. или менее, действие его должно быть достаточно продолжительным, а время восстановления — не более 5 мин.; остатки препарата в тканях рыбы должны метаболизироваться за 1 ч или менее. Он должен быть недорогим, не токсичным для рыбы, безвредным для человека и животных.